

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-224538

(43)Date of publication of application : 12.08.1994

(51)Int.Cl.

H05K 3/02
H05K 1/09

(21)Application number : 05-008914

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 22.01.1993

(72)Inventor : NAKADA YOSHIKAZU

(54) MANUFACTURE OF CERAMIC CIRCUIT BOARD

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a manufacturing method for a fine copper wiring with advantages in density, adhesiveness, and flatness with easy operation at low cost, by oxidizing copper powder of a coating layer in heat treatment, reducing the oxidized copper, and sintering the copper in a neutral atmosphere.

CONSTITUTION: A ceramic board is coated with a photo-damping conductive material that is mainly made of copper powder, glass powder, and a photosensitive resin in a coating step. A coating layer formed in the coating step is exposed and developed to form a given wiring pattern in a development step. Then, the ceramic board is treated by heat in an oxidizing atmosphere at a temperature enough to decompose and scatter an organic material like the photosensitive material in the coating layer. The copper-oxide powder of the coated layer, which is oxidized in a heat treatment step, is reduced in a reduction step and sintered in a neutral atmosphere in a burning step. In this way, a fine copper wiring with advantages in density, adhesiveness, and flatness on the ceramic circuit board can be produced at low cost with easy operation.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 23.06.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 6 - 2 2 4 5 3 8

(43) 公開日 平成6年(1994)8月12日

(51) Int. Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 5 K	3/02	B 6921 - 4 E		
	1/09	Z 6921 - 4 E		

審査請求 未請求 請求項の数 2

O L

(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平5-8914

(22) 出願日 平成5年(1993)1月22日

(71) 出願人 000002118

住友金属工業株式会社
大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72) 発明者 中田 好和

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号 住
友金属工業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 井内 龍二

(54) 【発明の名称】 セラミックス回路基板の製造方法

(57) 【要約】

【構成】 セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元処理工程と、中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程とを含んでいるセラミックス回路基板の製造方法。

【効果】 容易な操作、及び低コストで、セラミックス回路基板上に平坦性、緻密性、接着性に優れた銅微細配線を形成することができる。従って、得られたセラミックス回路基板は、セラミックス回路基板のマルチチップ化、高密度実装化に好適な回路基板として極めて有用である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、
該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、
該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、
前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元処理工程と、
中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程とを含んでいることを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法。

【請求項2】 セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、
該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、
該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、
前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元し、かつ焼結させる還元焼成工程とを含んでいることを特徴とするセラミックス回路基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体LSI、チップ部品等を実装し、かつそれらを相互配線するためのセラミックス回路基板の製造方法に関し、より詳細には、セラミックス基板上に低コストにて銅微細配線を形成するセラミックス回路基板の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、電子機器はますます小型化、高密度化が進んできており、これらに実装される電子部品の狭ピッチ多ピン化、マルチチップ化も急速に進められつつある。従って、LSI、ICチップのボンディング法も従来のワイヤボンディング法から、マルチチップや高密度実装に適したTAB (Tape Automated Bonding) 方式又はフリップチップ方式等が採用されるようになってきている。このような電子機器の高密度化に伴い、セラミックス配線基板に対しても線幅が100 μ m以下の微細配線が要求されるようになってきている。

【0003】通常、セラミックス基板上への配線法は、大別して直接描画法、薄膜法、メッキ法及び厚膜印刷法等に分けられる。

【0004】前記直接描画法は、ノズルよりペーストをセラミックス基板上に直接吐出して描画する方法であるが、この方法は生産性が低く、かつ微細配線の平坦性も低いという問題点がある。

【0005】また前記薄膜法は、セラミックス基板に真

空蒸着、スパッタリング又はイオンプレーティング等により数 μ mオーダーの導体金属層を形成する方法であり、この方法では平坦性の高い薄膜微細配線を形成できるものの、セラミックス基板との密着性が低い、通常のセラミックス基板に薄膜を形成した場合は前記基板の凹凸に起因して配線の凹凸が大きくなる、薄膜形成装置が高価である等の問題点がある。

【0006】さらに、セラミックス基板との密着性を高めるには、セラミックス基板の表面を粗化する余分の工程が必要となる。また、通常のセラミックス基板が有する数十 μ mオーダーの凹凸を無くして平坦化するためには、研磨(ラッピング)処理を行わなければならないが、セラミックス板の研磨は容易ではなく、かなりの手間がかかる。

【0007】また前記メッキ法も前述した薄膜法と同様の問題点がある。さらに、薄膜法、メッキ法共に、セラミックス基板上に緻密な金属導体層が形成されるため、熱サイクル試験後には、金属とセラミックスとの大きい熱膨張差のため前記セラミックス基板表面から金属が一部剥離し、密着性が著しく低下するという問題点がある。

【0008】一方前記厚膜印刷法は、導体粒子を有機ビヒクル中に分散させた導体ペーストをメッシュスクリーンを通してセラミックス基板に印刷し、焼成することによりセラミックス基板に焼き付ける方法である。この方法ではセラミックス基板との充分な密着強度を有する導体層を低コストで形成することができるものの、メッシュのワイヤ径に限界があるために100 μ m未満の微細配線を形成することが難しいという問題点がある。

【0009】そこで、基本的には前記厚膜印刷法を使用し、配線パターンの形成には薄膜法の特徴であるフォトリソグラフィ法を導入した方法が試みられている。その方法を以下に示すと、まず光硬化性モノマー等からなる感光性樹脂を溶剤に溶解させて形成した感光液中に導電性粉末を分散させて感光性導体ペーストを調整し、該感光性導体ペーストを厚膜印刷法によりセラミックス基板にベタ印刷し、露光、現像処理することにより所定のパターンを形成する。次に所定パターンが形成されたセラミックス基板を焼成することにより硬化した光硬化性樹脂を分解、飛散(脱バインダー)させ、同時に導電性膜をセラミックス基板に焼き付けることにより銅微細配線の形成を完了する。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】前記方法において、感光性導体ペースト中の感光性樹脂の量は、通常の厚膜導体ペースト中の樹脂の量よりもかなり多い。これは、感光性導体ペースト中の感光性樹脂の量が少ないと感光性導体ペースト中の導電性粉末の量が相対的に多くなり、露光工程で照射される紫外線が導電性粉末により遮断され、紫外線が塗布された厚膜の厚み方向に十分に透過さ

れないため、感光性樹脂が十分に感光せず、現像するのが難しくなるためである。

【0011】しかし、このように感光性導体ペースト中に多量の感光性樹脂が存在し、しかも現像工程により硬化した感光性樹脂は燃焼しにくくなるため、前記脱バインダー工程において硬化した樹脂が十分に分解、飛散せずに残存し、導体粉末の焼結を阻害したり、形成された配線のセラミックス基板に対する接着強度を低下させるという課題があった。特に、導電性粉末として銅粉末を使用する場合、通常、焼成は銅粉末の酸化を防止するために窒素雰囲気等の還元性雰囲気下で行われていたため、一層感光性樹脂等の分解、飛散が難しかった。

【0012】さらに、感光性導体ペースト中に多量の感光性樹脂が存在するために前記感光性導体ペースト中の導電性粉末の濃度は低くなり、感光性樹脂を除去した後も配線パターン中の導電性粉末の充填度が低くなり、焼成により充分緻密化された配線が得られないという課題もあった。

【0013】本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、緻密性、密着性に優れ、平坦性の高い微細配線を、容易な操作及び低コストで形成することができるセラミックス回路基板の製造方法を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明に係るセラミックス回路基板の製造方法（以下、第1のセラミックス回路基板の製造方法と記す）は、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元処理工程と、中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程とを含んでいることを特徴としている。

【0015】また本発明に係るセラミックス回路基板の製造方法（以下、第2のセラミックス回路基板の製造方法と記す）は、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元し、かつ焼結させる還元焼成工程とを含んでいることを特徴としている。

【0016】まず本発明の第1のセラミックス回路基板の製造方法についてより詳細に説明する。第1のセラミ

ックス回路基板の製造方法においては、最初に塗布工程として、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する工程を実施する。

【0017】前記セラミックス基板としては、アルミナ基板の他に、例えば窒化アルミニウム基板、ガラスセラミックス基板等が挙げられる。前記塗布工程で使用する前記感光性導体ペーストとしては、銅粉末100重量部、ガラス粉末1～5重量部、感光性樹脂等を溶解した感光液（フォトレジスト）40～100重量部を主成分とする導体ペーストが好ましい。前記銅粉末は、粒径が0.5～12 μm 、さらには1～3 μm のものが好ましい。前記銅粉末の粒径が0.5 μm 未満の場合は銅粉末がかさ高くなってペースト化に多量の感光性樹脂を必要とするためペースト中の銅粉末の量が低下し、また前記銅粉末の粒径が12 μm を超えた場合はペーストの印刷性や銅粉末の焼結性が低下する。前記ガラス粒子は粒径が0.5～5 μm のものが好ましく、ガラス粒子の粒径が0.5 μm 未満では銅導体層の基板との密着性が低く、また5 μm を超えると銅導体層のハンダに対する濡れ性が低下する。

【0018】前記ガラス粒子は銅導体層をセラミックス基板に接着する作用があり、前記ガラス粒子が銅粉末100重量部に対し1重量部未満の場合は基板との接着性が低下し、5重量部を超えた場合は銅導体層のハンダ濡れ性が低下する。前記ガラス粉末の軟化温度は、銅配線をセラミックス基板上に良好に接着させるために400～600 $^{\circ}\text{C}$ の範囲にあることが好ましい。前記フォトレジストとしては、例えばアルコール系、エステル系、ケトン系等の溶剤と、例えばアクリル系、イミド系等の感光性樹脂からなるポジタイプのフォトレジストや、例えばアルコール系、エステル系、ケトン系等の溶剤と、例えばゴム系、アクリル系、フェノール系等の感光性樹脂からなるネガタイプのフォトレジストが挙げられ、前記フォトレジストが銅粉末100重量部に対して40重量部未満の場合はペーストの粉末量が多くなりすぎて現像が困難になり、100重量部を超えた場合は感光性導体ペースト中の銅粉末の充填度が低くなりすぎて充分緻密化された配線が形成されない。

【0019】前記感光性導体ペーストの調製には、前記銅粉末、前記ガラス粉末及び前記感光性樹脂等を含有する感光液を3本ロールを用いて混練するのが好ましく、3本ロールを用いれば、前記銅粉末等が前記感光液中に十分に分散した感光性導体ペーストが得られる。なお、前記感光性導体ペーストの調製は、感光性樹脂の感光を防止するために黄色光の下で行う必要がある。

【0020】前記感光性導体ペーストの前記セラミックス基板への塗布方法としては、通常の厚膜印刷用スクリーンによりベタ印刷する方法が用いられる。従って、塗布操作は極めて容易である。また前記セラミックス基板

へのベタ印刷は、必ずしもセラミックス基板全面に塗布する必要はなく、バーコート方式により配線部及びその周辺にベタ印刷すればよい。この他にもセラミックス基板全面に前記感光性導体ペーストを印刷する必要がある場合は、ロールコーター法、ディップ法、ホイラー法

(スピナー法)等の塗布方法を用いることができる。

前記セラミックス基板への前記感光性導体ペーストの塗布が終了した後は、前記セラミックス基板を適度の時間放置して塗布面をレベリングさせればよい。ここで、レベリングとは塗布面を水平な状態で放置することにより平坦化する工程をいい、放置時間は10分程度が好ましい。前記レベリング終了後は、塗布面を乾燥させることにより、前記銅粉末を前記セラミックス基板上に固定する。乾燥条件としては、通常70～80℃で10分程度加熱する条件が好ましい。なお、この塗布工程において塗布面を十分にレベリング処理することにより、配線の平坦性が向上し、かつ各配線の高さも等しくなるため、塗布工程の前にセラミックス基板を研磨処理して平滑化する必要はない。この塗布工程により形成される塗布膜の膜厚は、5～20μmが好ましい。塗布膜の膜厚が5μm未満の場合は、焼成後の銅配線の組織が粗となり、また塗布膜の導体層が20μmを超えた場合は、塗布膜の底部まで紫外線が達しにくくなり、フォトレジストが十分に硬化せず、現像不良が生じやすいので好ましくない。

【0021】次に現像処理工程として、前記塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する工程を実施する。前記露光工程は、通常の方法をとることができ、例えばコンタクト方式、プロキシミティ方式を採用することができる。前記露光後の現像処理には、通常感光性樹脂を現像する際に使用する現像液を使用することができ、現像方法は浸漬揺動法又はスプレー法を採用することができる。現像工程終了後は、白色光の下で取り扱うことができる。

【0022】次に、前記現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂等の有機物が分解、飛散する温度で熱処理する。

【0023】通常の樹脂を使用した銅導体ペーストを用いた場合、銅を酸化させずに樹脂が分解、飛散するように、極微量の酸化性ガスを含む窒素雰囲気下で加熱焼成を行う。しかし、本発明に用いられる感光性導体ペーストの場合は、前述したように前記導体ペースト中の感光性樹脂等の有機物の含有量が高く、かつ前記現像工程で硬化した分解、飛散のしにくい感光性樹脂を分解、飛散させなければならないため、銅が酸化しないような条件で加熱、焼成を行うことは非常に難しい。

【0024】本発明では、大気中等の酸化性雰囲気下で加熱処理する方法をとっているため、感光性導体ペースト中の有機物を短時間で完全に分解、飛散させることができる。この工程により銅粉末は一旦酸化されるが、後

の工程で還元処理を行うことにより、金属銅に還元される。

【0025】前記熱処理工程を大気中で行う場合の条件としては、熱処理温度を400℃以上で行うのが好ましい。前記熱処理温度が400℃未満の場合は有機物を完全に分解、飛散させることができない。ここで、酸化性雰囲気下において熱処理を行うと、銅が酸化して酸化銅となるために体積膨張を伴うが、感光性導体ペースト中の銅粉末の充填状態が低いこと、ガラス粉末が熔融流動すること等の理由から、前記銅の酸化膨張による配線形状の変化はほとんど起きない。むしろ、銅の酸化膨張により酸化銅粒子の充填度は一旦高くなって、お互いが接合され、次工程の還元処理によっても接合はなくならないので、焼成工程により緻密に焼結した銅配線が得られるという利点がある。

【0026】この点について他の方法を実施した場合、どのようなかについて考察すると、以下のことが考えられる。まず、感光性導体ペーストを銅が酸化しない雰囲気下で焼成を行う場合には、焼結後の銅配線の緻密度が低くなるため、基板への銅配線の密着性が低下したり、電気抵抗率が高くなる等の問題が生じる。また、通常の厚膜法に用いられる銅導体ペーストを使用して大気中で焼成した場合は、銅粉末の充填度が高いために酸化膨張により配線形状が変化しやすい。さらに、出発原料として酸化銅粉末を使用し、本発明と同様の方法を実施した場合は、酸化銅粉末の初期充填度が低いためにお互いの接合が起こらず、還元工程で酸化銅が金属銅に還元される際に体積収縮を生じて、極めて緻密性の低い銅配線となり、基板への密着性も低くなり、電気抵抗率も高くなる等の問題が生じる。

【0027】次に、還元処理工程として、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する。前記還元処理は通常、水素を1～10vol%含む窒素雰囲気下、400～600℃の範囲で熱処理するのが好ましい。水素の含有量が1vol%未満の場合は還元が十分に進行せず、また水素の含有量が10vol%を超えた場合はセラミックス基板、誘電体部、抵抗部等のセラミックス回路基板の構成材料も還元され易くなる。前記還元処理の温度が400℃未満の場合は還元が進行しにくくなるため還元に長時間を要し、また前記還元処理の温度が600℃を超えた場合はセラミックス基板等の構成材料が還元され易くなる。

【0028】前記還元処理工程により、酸化銅は還元されて金属銅となる。

【0029】次に、中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程を行う。前記中性雰囲気とは、酸素や水素を含まない窒素等の不活性ガス雰囲気をいい、本発明では前記工程で金属銅に還元された銅を緻密化して基板に接着するために、前記中性雰囲気下で焼成する。焼成温度は600～1000℃が好ましい。前記焼成温度が600℃未

満の場合は銅が緻密に焼結せず、また前記焼成温度が1000℃を超えた場合は銅が溶融し易くなる。

【0030】なお、前記方法により形成した銅の微細配線上に、微細配線のさらなる平坦化やはんだ付け後の高温エージングによる接着性の低下等を防ぐ目的で、銅、金又はニッケル等の金属を2～5μm程度の厚さにメッキしてもよい。

【0031】上記した本発明の第1のセラミックス回路基板の製造方法により、容易な操作、及び低コストで、セラミックス回路基板上に平坦性、緻密性、接着性に優れた銅微細配線を形成することができる。

【0032】次に、本発明の第2のセラミックス回路基板の製造方法について説明する。第2のセラミックス回路基板の製造方法において、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程、及び該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程は、第1のセラミックス回路基板の製造方法と全く同様に行う。

【0033】従って、用いるセラミックス基板、感光性導体ペースト等も、第1のセラミックス回路基板の製造方法と全く同様でよい。

【0034】第2のセラミックス回路基板の製造方法においては、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元工程と、還元された銅粉末を焼結させる焼成工程とを同時に行う点が、前記酸化工程と前記還元工程とを順次行う第1のセラミックス回路基板の製造方法と異なる。

【0035】前の熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元し、かつ焼結させる還元焼成工程を行う場合は、加熱の温度が高いため、前述したセラミックス回路基板の構成材料であるセラミックス基板、誘電体部、抵抗部等が容易に還元されない耐還元性の高い材料である必要がある。この場合の加熱温度は、600～1000℃が好ましい。前記焼成温度が600℃未満の場合は銅が緻密に焼結せず、また前記焼成温度が1000℃を超えた場合は銅が溶融し易くなる。

【0036】なお、第2のセラミックス基板の製造方法においても、前記方法により形成した銅の微細配線上に、微細配線のさらなる平坦化やはんだ付け後の高温エージングによる接着性の低下等を防ぐために、銅、金又はニッケル等の金属を2～5μm程度の厚さにメッキしてもよい。

【0037】上記した本発明の第2のセラミックス回路基板の製造方法により、容易な操作、及び低コストで、セラミックス回路基板上に平坦性、緻密性、接着性に優れた銅微細配線を形成することができる。

【0038】

【作用】本発明に係る第1のセラミックス回路基板の製造方法によれば、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元処理工程と、中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程とを含んでいるので、前記感光性導体ペーストの塗布及び現像工程で微細な銅配線が形成され、酸化性雰囲気下で熱処理する工程により感光性樹脂等が完全に除去され、酸化された酸化銅を還元し、焼成する工程によりセラミックス基板との密着性に優れた、緻密な銅微細配線が形成される。

【0039】また本発明に係る第2のセラミックス回路基板の製造方法によれば、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元し、かつ焼結させる還元焼成工程とを含んでいるので、前記感光性導体ペーストの塗布及び現像工程で微細な銅配線が形成され、酸化性雰囲気下で熱処理する工程により感光性樹脂等が完全に除去され、酸化された酸化銅を還元し、同時に焼成する工程によりセラミックス基板との密着性に優れた、緻密な銅微細配線が形成される。

【0040】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係るセラミックス回路基板の製造方法の実施例及び比較例を説明する。

【0041】【実施例1】黄色光の下で、粒径4μmの銅粉末100重量部、ガラス粉末(PbO-B₂O₃-SiO₂系、軟化点500℃)2重量部、ネガ型フォトリソグレイ（アクリル系ポリマーを主体としたもの）55重量部を3本ロールにて混練して感光性導体ペーストを調製した。次に該感光性導体ペーストを用い、そのサイズが60mm×60mmのアルミナ焼結基板の配線部及びその周辺に、バーコート方式によりステンレスメッシュを通じてスクリーン印刷（ベタ印刷）した。このときの印刷塗布層の厚さは6μmとした。次に、印刷後のアルミナ基板を10分間レベリング処理し、80℃で10分間乾燥させてアルミナ基板に固定した。印刷終了後の配線部の内部構造を、内部がわかるように切断した後SEM観察したところ、感光性樹脂中に銅粒子及びガラス粒子が良好に分散しており、前記粒子同士の接触は少なく、粒子の充填度は低かった。

【0042】次に露光、現像工程を行った。前記工程で

アルミナ基板上に形成した感光性樹脂を含む導体層に、所定の配線パターンが形成されたフォトマスクを接触させ、上方から紫外線を照射して感光性樹脂を含む導体層に露光した。露光処理後の基板は、炭酸ソーダ1wt%水溶液の現像液を用いて浸漬揺動法により現像し、純水を用いてリンスした。

【0043】熱処理により感光性樹脂等の有機物を分解、飛散させる工程は、上記方法により現像処理した基板を、大気中、500℃で20分間加熱処理することにより行った。この工程により、配線中の硬化した感光性樹脂は分解、飛散し、前記感光性樹脂中にあった銅粒子は酸化して酸化銅となったが、隣接の酸化銅粒子同士が接合してネックを形成しているために膜状となっていた。またガラス粒子が溶融、流動することにより、形成された膜状の酸化銅をアルミナ基板に接着させていた。この工程以降は白色光の下で実施した。

【0044】酸化銅の金属銅への還元は、10 vol%の水素を含有する窒素雰囲気下、500℃で10分間保持することにより行った。この還元工程で、酸化銅の金属銅への還元に伴って体積収縮が生じたが、お互いに接合された銅粒子はそのまま接合されて膜の状態を保っており、また酸化銅膜はガラスによりアルミナ基板に固定されていたので、金属銅の膜になってもアルミナ基板から剥がれることはなかった。

【0045】最後にアルミナ基板上の還元された銅を、窒素雰囲気下、900℃で10分間保持することにより焼結させ、アルミナ基板にしっかり固定した。これにより、銅配線は充分緻密に焼結した。

【0046】上記プロセスにより、線幅30μm、線間の距離が20μmの銅微細配線を形成できた。形成された銅微細配線の導電性、接着強度及びハンダ濡れ性は以下の手順で評価した。

【0047】①導電性について
導体特性値の測定により評価する。具体的には、4端子抵抗測定及び銅配線の線幅と膜の厚さより、膜厚20μm換算のシート抵抗値を求める。

【0048】②接着強度について
アルミナ基板上にタテヨコ2mm×2mm□の形状に銅導体層を上記プロセスにより形成し、230±3℃の温度に維持した63%Sn-37%Pbハンダ槽に3±0.5秒間浸漬した後、その上に0.6mmφスズメッキ銅線をハンダゴテにてハンダ付けする。次に、スズメッキ銅線を被膜端部より1mmの位置で90°曲げて基板と垂直な状態にし、前記基板を固定した状態で引っ張り試験機により10cm/minの速度でスズメッキ銅線を引っ張り、スズメッキ銅線が前記基板から剥れたときの接着強度を測定し、接着強度の値とする。前記接着強度の測定は、ハンダ付け直後（初期接着強度）、および150℃で1000時間エージングした後（エージング後の接着強度）の二種類の条件を設定して行う。

【0049】③ハンダ濡れ性について

アルミナ基板上にタテヨコ4mm×4mm□の形状に銅導体層を上記プロセスにより形成し、230±3℃の温度に維持した63%Sn-37%Pbハンダ槽に3±0.5秒間浸漬し、被着したハンダの被覆率を目視で測定する。

【0050】以上の評価方法により、前記プロセスにより形成した銅微細配線の特性値を測定したところ、シート抵抗値は1.5mΩ/□、初期接着強度は3.0kg/4mm²、エージング後の接着強度は2.6kg/4mm²、ハンダ濡れ性は100%と優れた特性を示した。また配線表面の平坦度を東京精密製の表面荒さ計で測定したところ、±2μmであった。

【0051】次に該銅微細配線上に新たな銅導体層を電解メッキ法にて2μmの厚さに形成した。前記電解メッキの条件は、メッキ液（CuSO₄・5H₂O:75g/L、濃硫酸:170g/L、Cl⁻:60ppm、光沢剤:極微量）中にて、陽極としてリンを0.3%含有する銅を用い、電流密度1.5A/dm²、通電時間30分であった。

【0052】このメッキ処理の施された銅導体層よりなる銅微細配線表面の平坦度は±0.5μm以下と極めて平坦性の高いものとなり、初期接着強度は3.0kg/4mm²、エージング後の接着強度は3.0kg/4mm²、ハンダ濡れ性は100%とさらに優れた特性を示した。

【0053】〔実施例2〕実施例1と同様のアルミナ焼結基板を用い、前記基板に実施例1と同様に感光性導体ペーストをスクリーン印刷し、露光、現像、有機物の分解、飛散処理を行った。次に、10 vol%の水素を含有する窒素雰囲気下、ピーク温度900℃で10分間保持することにより、還元、焼成を行い、線幅30μm、線間20μmの銅微細配線を形成した。

【0054】前記プロセスにより形成した銅微細配線の特性値を測定したところ、シート抵抗値は1.4mΩ/□、初期接着強度は3.1kg/4mm²、エージング後の接着強度は2.2kg/4mm²、ハンダ濡れ性は100%と優れた特性を示した。また配線表面の平坦度は±2μmであった。

【0055】次に、実施例1と同様に該銅微細配線上に新たな銅導体層を電解メッキ法にて2μmの厚さに形成したところ、このメッキ処理の施された銅導体層よりなる銅微細配線表面の平坦度は±0.5μm以下と極めて平坦性の高いものとなり、初期接着強度は3.1kg/4mm²、エージング後の接着強度は3.0kg/4mm²、ハンダ濡れ性は100%とさらに優れた特性を示した。

【0056】〔実施例3〕粒径6μmの銅粉末100重量部、ガラス粉末（PbO-B₂O₃-SiO₂系、軟化点500℃）2重量部、ネガ型フォトレジスト（アクリル系ポリマーを主体としたもの）50重量部を3本ロールにて混練して感光性導体ペーストを調製した以外は、実施例1と同様にして、線幅20μm、線間15μmの銅微細配線を形

成した。

【0057】前記プロセスにより形成した銅微細配線の特性値を測定したところ、シート抵抗値は $1.6\text{ m}\Omega/\square$ 、初期接着強度は $2.7\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.0\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 100% と優れた特性を示した。また配線表面の平坦度は $\pm 2\text{ }\mu\text{ m}$ であった。

【0058】次に、実施例1と同様に該銅微細配線上に新たな銅導体層を電解メッキ法にて $2\text{ }\mu\text{ m}$ の厚さに形成したところ、このメッキ処理の施された銅導体層よりなる銅微細配線表面の平坦度は $\pm 0.5\text{ }\mu\text{ m}$ 以下と極めて平坦性の高いものとなり、初期接着強度は $2.7\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.5\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 100% とさらに優れた特性を示した。

【0059】【実施例4】粒径 $4\text{ }\mu\text{ m}$ の銅粉末 100 重量部、ガラス粉末($\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系、軟化点 500°C) 5 重量部、ネガ型フォトリソグレイ（アクリル系ポリマーを主体としたもの） 55 重量部を 3 本ロールにて混練して感光性導体ペーストを調製した以外は、実施例1と同様に、線幅 $30\text{ }\mu\text{ m}$ 、線間 $20\text{ }\mu\text{ m}$ の銅微細配線を形成した。

【0060】前記プロセスにより形成した銅微細配線の特性値を測定したところ、シート抵抗値は $1.7\text{ m}\Omega/\square$ 、初期接着強度は $3.2\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.7\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 90% と優れた特性を示した。また配線表面の平坦度は $\pm 2\text{ }\mu\text{ m}$ であった。

【0061】次に、実施例1と同様に該銅微細配線上に新たな銅導体層を電解メッキ法にて $2\text{ }\mu\text{ m}$ の厚さに形成したところ、このメッキ処理の施された銅導体層よりなる銅微細配線表面の平坦度は $\pm 0.5\text{ }\mu\text{ m}$ 以下と極めて平坦性の高いものとなり、初期接着強度は $3.2\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.9\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 100% とさらに優れた特性を示した。

【0062】【実施例5】粒径 $4\text{ }\mu\text{ m}$ の銅粉末 100 重量部、ガラス粉末($\text{PbO-B}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ 系、軟化点 500°C) 2 重量部、ポジ型フォトリソグレイ（アクリル系ポリマーを主体としたもの） 60 重量部を 3 本ロールにて混練して感光性導体ペーストを調製した以外は、実施例1と同様に、線幅 $60\text{ }\mu\text{ m}$ 、線間 $30\text{ }\mu\text{ m}$ の銅微細配線を形成した。

【0063】前記プロセスにより形成した銅微細配線の特性値を測定したところ、シート抵抗値は $1.7\text{ m}\Omega/\square$ 、初期接着強度は $2.9\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.4\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 100% と優れた特性を示した。また配線表面の平坦度は $\pm 2\text{ }\mu\text{ m}$ であった。

【0064】次に、実施例1と同様に該銅微細配線上に

新たな銅導体層を電解メッキ法にて $2\text{ }\mu\text{ m}$ の厚さに形成したところ、このメッキ処理の施された銅導体層よりなる銅微細配線表面の平坦度は $\pm 0.5\text{ }\mu\text{ m}$ 以下と極めて平坦性の高いものとなり、初期接着強度は $2.9\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、エージング後の接着強度は $2.8\text{ kg}/4\text{ mm}^2$ 、ハンダ濡れ性は 100% とさらに優れた特性を示した。

【0065】【比較例1】実施例1と同様のアルミナ焼結基板を用い、前記基板に実施例1と同様に感光性導体ペーストをスクリーン印刷し、露光、現像処理を行った。次に、酸素 30 ppm を含有する窒素雰囲気下、 30 分で 900°C まで昇温し、 900°C で 10 分間保持したのち、 30 分で室温まで冷却する条件で焼成したところ、配線内の樹脂が分解、飛散せず、残留炭素として残存し、銅粉末の焼結はほとんど進行せず、シート抵抗値は $20\text{ m}\Omega/\square$ であり、アルミナ基板上に銅微細配線を形成することはできなかった。

【0066】

【発明の効果】以上詳述したように本発明に係る第1のセラミックス回路基板の製造方法にあっては、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元する還元処理工程と、中性雰囲気下で銅を焼結させる焼成工程とを含んでいるので、容易な操作、及び低コストで、セラミックス回路基板上に平坦性、緻密性、接着性に優れた銅微細配線を形成することができる。

【0067】また本発明に係る第2のセラミックス回路基板の製造方法にあっては、セラミックス基板上に銅粉末、ガラス粉末及び感光性樹脂を主成分とする感光性導体ペーストを塗布する塗布工程と、該塗布工程により形成された塗布層を所定の配線パターンに露光、現像する現像処理工程と、該現像処理が施されたセラミックス基板を酸化性雰囲気下で前記塗布層中の感光性樹脂が分解、飛散する温度で熱処理する工程と、前記熱処理工程で酸化された塗布層中の銅粉末を還元し、かつ焼結させる還元焼成工程とを含んでいるので、第1のセラミックス基板の製造方法と同様に容易な操作、及び低コストで、セラミックス回路基板上に平坦性、緻密性、接着性に優れた銅微細配線を形成することができる。

【0068】従って、本発明に係る上記二つの製造方法により得られたセラミックス回路基板は、セラミックス回路基板のマルチチップ化、高密度実装化に好適な回路基板として極めて有用である。